

Higher Order Thinking Real and Virtual Laboratory (HOTRVL) untuk Meningkatkan Keterampilan Abad Ke-21 Mahasiswa Pendidikan Fisika

Yanti Sofi Makiyah¹, Adam Malik², Ernita Susanti¹, Ifa Rifatul Mahmudah¹

¹Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Siliwangi

²Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Gunung Djati Bandung

*e-mail: yanti.sofi@unsil.ac.id

Abstrak: Mahasiswa pendidikan fisika di abad ke-21 ini dituntut untuk memiliki keterampilan seperti berpikir kreatif dan kritis, berkomunikasi, memecahkan masalah, berkolaborasi serta literasi ICT atau yang biasa disebut keterampilan abad ke-21. Keterampilan tersebut dapat dilatih dan dikembangkan melalui kegiatan *Higher Order Thinking Real Laboratory* (HOTRL) atau *Higher Order Thinking Virtual Laboratory* (HOTVL). Artikel ini akan menganalisis efek dari kedua jenis laboratorium tersebut atau *Higher Order Thinking Real and Virtual Laboratory* (HOTRVL) terhadap peningkatan keterampilan abad ke-21 pada keterampilan berpikir kreatif dan kritis serta keterampilan berkomunikasi pada konsep gaya, rangkaian listrik, rangkaian RLC dan Hukum Hooke. Pada HOTRVL dilakukan kegiatan laboratorium yang real menggunakan alat praktikum di laboratorium sedangkan untuk virtual laboratorium menggunakan aplikasi atau simulasi yang sesuai dengan konsep yang digunakan.

Kata kunci: *Higher Order Thinking Real and Virtual Laboratory*, Keterampilan Abad ke-21

Pendahuluan

Abad ke-21 menuntut kreativitas, inovasi, berpikir kritis, pemecahan masalah, dan keterampilan berkomunikasi sehingga mahasiswa pendidikan fisika harus disiapkan untuk memiliki keterampilan tersebut di era industri 4.0 saat ini. Hal tersebut sesuai dengan Malik (2019) bahwa Standar Nasional Pendidikan Tinggi menyiratkan bahwa setiap universitas perlu membekali siswa dengan keterampilan abad ke-21 termasuk pemikiran kritis, pemikiran kreatif, penyelesaian masalah, kooperatif, komunikasi serta literasi ICT yang dikenal keterampilan yang dapat ditransfer. Secara umum, keterampilan yang dapat ditransfer adalah keterampilan yang dikembangkan dalam satu situasi untuk ditransfer ke situasi lain, dari situasi pembelajaran di kelas hingga situasi kehidupan nyata.

Penelitian dan pendapat ahli tentang pentingnya keterampilan abad ke-21 ini dilatih dan dikembangkan kepada mahasiswa dan pentingnya implementasi praktis, ide muncul untuk berinovasi dalam kegiatan praktikum melalui pengembangan model praktis (Hofstein, 2004; Deacon, 2011; Naaman, 2012; Cepni, 2017). Instruksi praktikum dalam proses melatih dan mengembangkan beberapa keterampilan berpikir tingkat tinggi, kemudian diberi nama atau istilah Laboratorium *Higher Order Thinking* (HOT Lab).

HOT Lab dapat berupa kegiatan laboratorium yang *real* dan atau *virtual laboratory*. Salah satu desain laboratorium yang sesuai untuk melatih dan meningkatkan keterampilan abad ke-21 yaitu *Higher Order Thinking Real and Virtual Laboratory* (HOTRVL).

HOTRVL merupakan *Higher Order Thinking Laboratory* (HOT Lab) pada

laboratorium real dan virtual dengan kegiatan praktikum yang menekankan pemecahan masalah dengan menggunakan keterampilan berpikir tingkat tinggi yang terdiri dari beberapa proses, yaitu memahami tantangan, menghasilkan ide, persiapan untuk pekerjaan laboratorium, melakukan pekerjaan laboratorium, berkomunikasi dan mengevaluasi hasil. Desain laboratorium ini terdiri dari 11 fase kegiatan yang meliputi masalah dunia nyata, menentukan dan mengevaluasi ide-ide, pertanyaan eksperimental, bahan dan peralatan, prediksi, pertanyaan tentang metode, eksplorasi, pengukuran, analisis, kesimpulan dan presentasi.

Pada HOTRVL, *Higher Order Thinking Real Laboratory* (HOTRL) dilakukan menggunakan peralatan yang terdapat di laboratorium namun jika terdapat keterbatasan peralatan di laboratorium maka hal tersebut menjadi hambatan dalam kegiatan praktikum. Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu *Higher Order Thinking Virtual Laboratory* (HOTVL). HOTVL adalah kegiatan laboratorium berpikir tingkat tinggi yang dirancang melalui program komputer yang dibuat seolah-olah seperti laboratorium nyata. Laboratorium virtual dapat berupa web atau aplikasi yang memungkinkan siswa untuk melakukan percobaan simulasi. Laboratorium virtual terdiri dari desain web atau aplikasi yang memungkinkan pengguna (mahasiswa) untuk mengoperasikan eksperimen simulasi (Beichner, 1990; Finkelstein, 2004; Amrani, 2010). Selain itu, laboratorium virtual juga dapat memvisualisasikan fenomena mikroskopis yang terkandung dalam konsep fisika.

Pada kegiatan HOTRVL dapat dilatihkan dan dikembangkan keterampilan abad ke-21 melalui fase kegiatan yang dilakukan sehingga mahasiswa pendidikan fisika dapat meningkatkan keterampilan tersebut. Oleh karena itu, HOTRVL dianalisis efeknya terlebih dahulu sebelum dilaksanakan dalam kurikulum

pembelajaran fisika yang bermakna dan pembelajaran sepanjang hayat (*lifelong learning*) yang sesuai dengan revolusi industri 4.0.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk menganalisis efek dari HOTRVL terhadap peningkatan keterampilan abad ke-21 mahasiswa ini yaitu studi literatur. Studi literatur didasarkan pada dua pertimbangan kriteria, yaitu (1) literatur yang dijadikan dasar memiliki kaitan langsung dengan topik pertanyaan yang ingin diungkap, bukan literatur sekunder, dan (2) konten dari literatur tersebut dapat diyakini validitas dan kredibilitasnya, yaitu bersumber dari literatur yang dipublikasikan oleh penerbit yang bereputasi internasional. Berdasarkan kriteria tersebut, beberapa literatur dipilih menjadi sumber data utama dalam kajian ini.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Setiawan (2018), Malik (2018) dan Safitri (2019), tentang HOT *Real Lab* dan HOT *Virtual Lab* untuk keterampilan abad ke-21 yang dipilih yaitu keterampilan berpikir kritis dan kreatif serta keterampilan berkomunikasi. Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan dapat dinyatakan bahwa HOTRVL dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif serta keterampilan berkomunikasi.

Setiawan (2018) melakukan penelitian pada konsep gaya dan memperoleh data N-gain keterampilan berpikir kritis untuk kelas HOT *Real Lab* (HOTRL) 60,2% (kategori sedang) dan kelas laboratorium verifikasi 29,30% (kategori rendah) sehingga dapat dinyatakan bahwa ada perbedaan yang signifikan untuk keterampilan berpikir kritis mahasiswa antara kelas HOTRL dibandingkan dengan kelas laboratorium verifikasi. Ini berarti bahwa HOTRL lebih baik daripada laboratorium verifikasi untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Pada keterampilan berpikir kreatif dari kelas eksperimen dan

kelas kontrol keduanya mengalami peningkatan namun N-gain dari kelas eksperimen lebih tinggi (0,7, kategori tinggi) dibandingkan dengan kelas kontrol (0,29, kategori rendah) sehingga dapat disimpulkan bahwa ada peningkatan secara signifikan keterampilan berpikir kreatif dari kelas eksperimen (kelas HOTRL) lebih baik daripada kelas kontrol (kelas laboratorium verifikasi).

Penelitian lain yang dilakukan Malik (2018) untuk konsep rangkaian listrik dan RLC juga menyatakan hal sama bahwa kemampuan berpikir kritis mahasiswa pada kelompok eksperimen dan kontrol meningkat. Nilai rata-rata N-gain dalam kelompok yang menggunakan HOTRL (72,42%) dikategorikan lebih tinggi dari kelompok yang melakukan kegiatan laboratorium verifikasi (29,34%) yang memiliki kategori rendah. HOTRL berorientasi untuk melatih dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif dalam pemecahan masalah melalui kegiatan praktikum. Kegiatan laboratorium ini merupakan pengembangan dari *problem solving laboratory* dengan karakteristik menambahkan alternatif jawaban untuk masalah dunia nyata yang tidak sepele dan menambahkan aktivitas presentasi setelah menyelesaikan praktikum. Model verifikasi laboratorium dianggap kurang mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa karena mereka hanya melatih keterampilan berpikir tingkat rendah. Ini konsisten dengan Heller (2010) yang menjelaskan bahwa penerapan laboratorium verifikasi tidak terlalu memberikan efek bagi mahasiswa, terutama dalam keterampilan sains, keterampilan langsung, dan keterampilan berfikir langsung. Hasil penelitian HOT *Virtual Lab* (HOTVL) yang dilakukan Safitri (2019) menunjukkan hasil yang sesuai dengan penelitian sebelumnya bahwa peningkatan keterampilan berpikir kreatif kelompok eksperimen lebih tinggi daripada kelompok kontrol. Hal ini dikonfirmasi oleh N-gain yang diperoleh oleh kelompok eksperimen sekitar 0,59 sedangkan gain-N

yang diperoleh oleh kelompok kontrol sekitar 0,35. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Azar (2011), De Jong (2013), Darrah (2014), Sari (2019).

Pada keterampilan komunikasi terdapat tiga aspek keterampilan yaitu penulisan ilmiah (*scientific writing*), representasi informasi (*information representation*) dan presentasi pengetahuan (*knowledge representation*). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Malik (2018) pada kelompok yang menggunakan HOTRL pada konsep rangkaian listrik mengalami peningkatan yang lebih tinggi daripada yang menggunakan laboratorium verifikasi. Hal tersebut karena mahasiswa diberikan kesempatan menerapkan konsep untuk memecahkan masalah yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari. Masalah tersebut akan dipecahkan dengan mencari dan memilih berbagai sumber referensi, mendiskusikan informasi yang diperoleh, menentukan dan mengevaluasi informasi yang relevan dengan masalah, membuat laporan dan mempresentasikan hasilnya.

Hasil penelitian untuk aspek representasi informasi untuk setiap indikator (skema, grafik, verbal dan matematika) untuk kedua kelompok juga meningkat namun peningkatan HOTRL lebih signifikan dibandingkan dengan laboratorium verifikasi. HOTRL memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk berdiskusi secara kolaboratif dalam menentukan dan mengevaluasi ide, memprediksi, mengeksplorasi, menganalisis, menyimpulkan, dan menyajikan kegiatan sedangkan pada mahasiswa yang menggunakan laboratorium verifikasi kurang berkembang karena hanya fokus untuk membuktikan konsep yang sudah dipelajari sebelumnya. Kelebihan lain dari HOTRL mahasiswa memprediksi, menjawab metode pertanyaan, mengeksplorasi, mengukur dan menganalisis dapat mengembangkan indikator grafik sedangkan mahasiswa yang menggunakan verifikasi laboratorium hanya melakukan

praktikum sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan.

Berdasarkan hasil dan pembahasan studi literatur ini maka HOTRVL secara signifikan dapat meningkatkan keterampilan abad ke-21 mahasiswa pendidikan fisika sehingga dapat diterapkan dalam kurikulum pembelajaran pendidikan fisika di era revolusi industri 4.0.

Penutup

HOTRVL dapat menjadi pilihan kegiatan laboratorium yang dapat melatih dan mengembangkan keterampilan abad ke-21 mahasiswa pendidikan fisika pada konsep fisika yang dapat diamati dan dilakukan secara real juga untuk konsep fisika yang bersifat mikroskopik yang membutuhkan visualisasi atau simulasi menggunakan *virtual lab*. Selain itu, berdasarkan hasil dan pembahasan studi literatur maka dapat disimpulkan bahwa HOTRVL secara signifikan dapat meningkatkan keterampilan abad ke-21 meliputi berpikir kritis dan kreatif serta keterampilan berkomunikasi sehingga HOTRVL ini dapat digunakan dalam pembelajaran fisika.

Referensi

- Amrani, D., & Paradis, P. (2010). Use of computer-based data acquisition to teach physics laboratories: case study-simple harmonic motion. *Latin-American Journal of Physics Education*, 4(3), 511-514.
- Azar, A., & Şengüleş, Ö. A. (2011). Computer-Assisted and Laboratory-Assisted teaching methods in physics teaching: The effect on student physics achievement and attitude towards physics. *Eurasian Journal of Physics & Chemistry Education*, 3(1), 43-50.
- Beichner, R. J. (1990). The effect of simultaneous motion presentation and graph generation in a kinematics lab. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(8), 803-815. doi:10.1002/tea.3660270809.
- Çepni, S., Kaya, A., & Küçük, M. (2005). Determining the physics teachers' in-service needs for laboratories. *J. Turkish Educ. Sci*, 3(2), 181-194.
- Daineko, Y., Dmitriyev, V., & Ipalakova, M. (2017). Using virtual laboratories in teaching natural sciences: An example of physics courses in university. *Computer Applications in Engineering Education*, 25(1), 39-47.
- Darrah, M., Humbert, R., Finstein, J., Simon, M., & Hopkins, J. (2014). Are virtual labs as effective as hands-on labs for undergraduate physics? A comparative study at two major universities. *Journal of Science Education and Technology*, 23(6), 803-814.
- De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305-308.
- Deacon, C., & Hajek, A. (2011) Student perceptions of the value of physics laboratories. *International Journal of Science Education* 33 (7) p 943-977.
- Finkelstein, N. D., Perkins, K. K., Adams, W., Kohl, P., & Podolefsky, N. (2004). Can computer simulations replace real equipment in undergraduate laboratories? *Department of Physics: University of Colorado, Boulder*.
- Heller, P & Heller, K. (2010). Problem solving labs in cooperative group problem solving in physics. *Research Report Departement of Physics University of Minnesota*.
- Hofstein, A, & Lunetta, VN. (2004) The laboratory in science education: Foundation for the 21st century *Science Education* 88 (1) p 28-54
- Malik, A, & Setiawan, A. (2016) The development of higher order thinking laboratory to improve transferable skills of students. *International Conference on Innovation in Engineering and*

- Vocational Education* (Bandung) 56 (Amsterdam: Atlantis Press) 36–40.
- Malik, A, & Setiawan, A. (2018). HOT Lab–Based Practicum Guide for Pre-Service Physics Teachers. *Materials Science and Engineering* 288(2018).(<https://doi:10.1088/1757-899X/288/1/012027>).
- Malik, A. (2018). Using hot lab to increase pre-service physics teacher's critical thinking skills related to the topic of RLC circuit. *Journal of Physics: Conf. Series* 1013 (2018) 012023 <https://doi:10.1088/17426596/1013/1/012023>).
- Naaman, MR, & Barnea, N. (2012) Laboratory activities. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education* 8 1 49-57.
- Safitri, D, & Setiawan, A. (2019). The Effects of Higher Order Thinking (HOT) Laboratory Design in Hooke Law on Student's Creative Thinking Skills. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 1204 (2019) 012037. (<https://doi:10.1088/1742-6596/1204/1/012037>).
- Sari, U. (2019). The Effects of Virtual and Computer Based Real Laboratory Applications on the Attitude, Motivation and Graphic Skills of University Students. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 27(1), 1-17.
- Setiawan, A, & Malik, A. (2018). Effect of Higher Order Thinking Laboratory on the Improvement of Critical and Creative Thinking Skills. *Materials Science and Engineering* 306 (2018) 012008. (<https://doi:10.1088/1757-899X/306/1/012008>).